علوم کاربردی سیب زمینی
سال چهارم شماره ۱، بهار و تابستان ۱۴۰۰

بررسی وضعیت عناصر غذایی و عملکرد محصول در مزارع سیب زمینی خراسان رضوی

مسعود دادیور[۱]، مجید فروهر[۲]، رحیم مطلبی فرد[۳]

۱- مربی پژوهشی، بخش تحقیقات خاک وآب ، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی، مشهد، ایران.

۲- استادیار پژوهش، بخش تحقیقات خاک وآب ، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی، مشهد، ایران.

۳- استادیار پژوهش، بخش تحقیقات خاک وآب ، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان شرقی، سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی، تبریز، ایران.

* نشانی پست الکترونیکی نویسنده مسئول: dadivarm@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۰/۰۱
تاریخ انجام اصلاحات: ۱۴۰۰/۰۲/۲۵
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۳/۲۳

چکیده:

یکی از راه‌های افزایش عملکرد محصولات کشاورزی، بررسی و مقایسه وضعیت عوامل تولید و از جمله حاصلخیزی خاک در مزارع خوب و ضعیف و اصلاح عوامل تولید در مزارع ضعیف برای نزدیک کردن آنها به سطح مزارع خوب می‌باشد.تحقیق حاضر با هدف شناخت وضعیت مزارع تحت کشت سیب‌زمینی از دیدگاه حاصلخیزی و تغذیه گیاه در ٦٠ مزرعهاستان خراسان رضوی و در سه شهرستان فریمان، تربت حیدریه و قوچان که محلکشت عمده این محصول هستند، انجام شد.میانگین عملکرد غده در مزارع مورد بررسی ۳۷/٦ تن در هکتار بود. شوری خاک در٤١ درصد از مزارع بیش از ٤ دسی زیمنس بر متر بود. تمامی ٦٠ مزرعه مورد مطالعه از لحاظ کربن آلی و نیتروژن کل، فقیر بودند. خاک ٥٤ درصد از مزارع دچار فقر فسفر و ۱۸ درصد از آن ها دچار کمبود پتاسیم بودند. بیش‌بود فسفر در خاک ۲۵ درصد از مزارع و بیش‌بود پتاسیم در خاک ٥٦ درصد از مزارع به چشم می‌خورد. خاک ۹۸ درصد از مزارع، دچار فقر آهن قابل استفاده برای گیاه بود. ٦٤ و ٥٨ درصد از مزارع نیز به ترتیب از لحاظ روی و منگنز قابل استفاده برای گیاه فقیر بودند. بر اساس نتایج تجزیه نمونه‌های برگی، مقدار نیتروژن برگ در ۳٤ درصد از مزارع در دامنه کمبود قرار داشت. مقدار فسفر برگ در ۱۷ درصد از مزارع و پتاسیم برگ در تمام مزارع در محدوده کمبود بود. از لحاظ غلظت روی و مس در گیاه به ترتیب ۹۰ و ۲ درصد آن‌ها دچار کمبود بودند.

واژگان کلیدی: *بیش‌بود ، تغذیه گیاه، تولید محصول، حد مطلوب ، کمبود*

بیان مساله

خراسان رضوی با داشتن حدود ٤٩٧٩ هکتار مزارع سیب‌زمینی و عملکرد متوسط ۳۲/۷ تن در هکتار، جایگاه سیزدهم کشوری از لحاظ سطح زیرکشت این محصول و جایگاه چهاردهم کشوری از لحاظ عملکرد آن را به خود اختصاص داده است (۱). عمده‌ترین مناطق کشت سیب‌زمینی در این استان در شهرستان‌های تربت حیدریه، فریمان و بعد از آن نیشابور، قوچان، تربت جام و چناران قرار دارد. متوسط عملکردسیب‌زمینیدراین استان بسیار متغیر و در دامنه وسیعی، از ۱۹ تن در هکتار در بجستان تا ۳۷ تن در هکتار در چناران تغییر می‌کند(٤). دامنه تغییرات عملکرد متوسط سیب‌زمینی در کشور نیز بسیار وسیع می‌باشد. استان گیلان باحدود ١٤/٥ تن در هکتار واستان کرمانشاه با٤٥ تن در هکتار دو حد پایینی و بالایی این دامنه می‌باشند(۱). دامنه‌های گسترده عملکرد سیب‌زمینی چه در سطح کشور و چه در سطح استان در واقع می‌تواند نشان‌دهنده وجود اختلاف و تفاوت عمیق در بعضی عوامل موثر بر تولید اعم از عوامل اقلیمی، خاکی و مدیریتی باشد. شناخت این تفاوت‌ها در بین استان‌ها، شهرستان‌های یک استان و حتی مزارع یک شهرستان می‌تواند گام موثری در جهت شناسایی موانع تولید و دستیابی به راهکارهای عملی رفع آن محسوب گردد. علاوه بر آن پر واضح است که مقایسه علمی شرایط ذاتی و مدیریتی مزارع متوسط و خوب توسط محققین و تبیین آن از طریق مروجین پهنه در هر منطقه با توجه به استعدادها و محدودیت‌های ذاتی تولید در آن ناحیه، بعنوان ابزاری برای انتقال و نفوذ عملی دانش از کشاورزان خوب به کشاورزان متوسط مورد استفاده قرار گیرد. در همین راستا در تحقیق حاضر که در سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷ به صورت میدانی در استان خراسان رضوی انجام شد تعداد ٦٠ مزرعه سیب زمینی در سطح ۳ شهرستان فریمان، تربت حیدریه و قوچان مورد مطالعه و بررسی قرار گرفت و بخشی از تفاوت‌های بین مزارع خوب و متوسط از دیدگاه حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت.

معرفی دستاورد یا راهکار

برای تأمین غذای جمعیت رو به افزایش جهان، ناگزیر به افزایش تولید محصولات استراتژیک کشاورزی در واحد سطح هستیم. سیب‌زمینی یکی از محصولات مهم زراعی است که جایگاه ویژه‌ای در سبد غذایی خانوار و اقتصاد کشاورزان دارد ودر مقیاس جهانی بعد از ذرت، گندم و برنج در رتبه چهارم اهمیت قراردارد (۷). اگرچه بسیاری از جنبه‌های به نژادی و به‌زراعی سیب‌زمینی در کشور نظیر معرفی رقم مناسب برای اقلیم‌های مختلف، تعیین نیاز آبی و غذایی و توصیه کودی آن‌ها تا حدود زیادی انجام شده است اما نگاهی به آمار تولید سیب‌زمینی در استان‌ها و شهرستان‌های مختلف، نشان‌دهنده مقادیر گوناگون ازعملکرد این محصول در واحد سطح می‌باشد. اختلافات بسیار زیاد عملکرد بین زارعین مختلف (به عنوان مثال عملکردکمتر از ۲۰ تن در هکتار در متوسط‌ترین مزرعه در مقابل ۱۱۳ تن در هکتار در مزرعه کشاورز نمونه استانیآقای خزایی با کشت رقم آریندا در خراسان رضوی) و فاصله بسیار زیاد حدود ۷۰ درصد زارعین با کشاورزان پیشرو نشان دهنده آن است که هنوز نفوذ دانش در جامعه کشاورزان به صورت یکنواخت و گسترده محقق نشده است.برای افزایش تولید هر محصول زراعی از جمله سیب‌زمینی، ارتقاء دانش و عملکرد در مزارع متوسط و ضعیف و نزدیک کردن آن‌ها به شرایط کشاورزان با عملکرد بالا امری ضروری است. برای رسیدن به این مهم در هر منطقه، بررسی گسترده همه جنبه‌های تولید از جمله حاصلخیزی خاک و تغذیه، مکانیزاسیون، رقم، کیفیت آب و سایر جنبه های مدیریتی کشت و کار در گروه های با عملکرد کم، متوسط و زیاد از اهمیت خاصی برخوردار است. چرا که با داشتن اطلاعات کافی از عوامل موثر بر تولید در هر گروه و مقایسه آن‌ها با یکدیگر می‌توان به تحلیل علل اختلاف عملکرد این جوامع پرداخت و راهکارهای عملی برای رفع محدودیت‌های تولید و افزایش عملکرد را استنتاج کرد.

این پژوهش به منظور بررسی مزارع سیب‌زمینی از جنبه حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه در دو گروه کشاورزان با عملکرد زیادو متوسط در استان خراسان رضوی انجام شد. تعداد ٦٠ مزرعه سیب زمینی از۳ شهرستان تربت حیدریه، فریمان، و قوچان باتوجه به سوابق تولید سال‌های قبل به نحوی

انتخاب شدند که طیف وسیعی از عملکرد را داشته باشیم. در هر مزرعه در اوایل گلدهی (شکل ۱)یک نمونه مرکب از تمام برگ و در ابتدای کاشت، یک نمونه مرکب خاک از عمق ۰ تا ۳۰ سانتیمتر تهیه شد. در نمونه‌های برگ، غلظت عناصر غذایی نیتروژن، فسفر، پتاسیم، آهن،منگنز، روی و مس اندازه‌گیری شد (۲). در نمونه های خاک مربوط به هر مزرعه نیز پارامترهایی از قبیل pH گل اشباع خاک، شوری عصاره اشباع خاک، درصد آهک، بافت، کربن آلی و مقادیر نیتروژن کل، فسفر، پتاسیم، آهن، منگنز، روی و مس قابل استفاده گیاه اندازه‌گیری شد (۲).

در هر مزرعه نوع و مقدار کود مصرفی، روش آبیاری، رقم کشت شده و سایر اطلاعات مدیریتی در فرم های مخصوصی یادداشت‌برداری شد. در زمان برداشت محصول نیز عملکرد هر یک از ٦٠ مزرعه مورد مطالعه اندازه‌گیری شد و وضعیت مزارع از لحاظ پارامترهای فوق جمع‌بندی گردید (۳، ۵ و ٦). پس از آن بر اساس مقادیر عملکرد، مزارع در دو گروه با عملکرد زیاد (٤٠ تن در هکتار و بیشتر) و متوسط (کمتر از ٤٠ تن در هکتار) گروه‌بندی شدند و این گروه‌ها با یکدیگر مقایسه شدند.

شکل ۱- مرحله رشدی مزارع در زمان نمونه‌برداری برگی

میانگین عملکرد غده در بین ٦٠ مزرعه مورد مطالعه ۳۷/٦ تن در هکتار بود. بیشترین عملکرد غده ٦۰/۵ تن در هکتار و کمترین آن ۲۰ تن در هکتار اندازه‌گیری شد. در این ٦٠ مزرعه، شاخص میانه برای عملکرد غده ٤٠ تن در هکتار محاسبه شد. به عبارت دیگر عملکرد غده در۵۰ درصد از مزارع کمتر از ٤٠ تن در هکتار و در ۵۰ درصد دیگر بیش از ٤٠ تن در هکتار بود.

آنچه از بررسی خصوصیات شیمیایی خاک مزارع مورد مطالعه بر می‌آید (جدول۱) pH گل اشباع بین ۷/۵ تا ۸/۲ و شوری خاک (هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک) بین ۰/۵ تا ١٤ دسی زیمنس بر متر متغیر بود. خاک٤١ درصد از مزارع، شور (EC بیش از ٤ دسی زیمنس بر متر) و ۵۹ درصد از مزارع، غیر شور (EC کمتر از ٤ دسی زیمنس بر متر) بود.

تمامی ٦٠ مزرعه مورد مطالعه از لحاظ کربن آلی و نیتروژن کل، فقیر بودند. خاک ٥٤ درصد از مزارع دچار فقر فسفر و ۱۸ درصد از آن ها دچار کمبود پتاسیم بودند. بیش‌بود فسفر در ۲۵ درصد از مزارع و بیش بود پتاسیم در ٥٦ درصد از مزارع به چشم می‌خورد. خاک ۹۸ درصد از مزارع، دچار فقر آهن قابل استفاده برای گیاه بود. ٦٤ و ۵۸ درصد از مزارع نیز به ترتیب از لحاظ روی و منگنز قابل استفاده برای گیاه فقیر بودند.

بر اساس نتایج تجزیه نمونه‌های برگی برداشت شده از ٦٠ مزرعه مورد نظر (جدول ۲)، مقدار نیتروژن برگ در ۳٤ درصد از مزارع در دامنه کمبود قرار داشت. مقدار فسفر برگ در ۱۷ درصد از مزارع در محدوده کمبود و در ۸۱ درصد از مزارع در محدوده مطلوب بود. غلظت پتاسیم برگ در تمام ٦٠ مزرعه مورد مطالعه، کمتر از دامنه مطلوب بود. این مزارع از لحاظ غلظت آهن و منگنز در گیاه کمبودی نداشتند ولی از لحاظ غلظت روی در گیاه ۹۰ درصد آن‌ها دچار کمبود این عنصر غذایی بودند. از لحاظ وضعیت مس در گیاه نیز تنها ۲ درصد از مزارع دچار کمبود بودند و غلظت این عنصر در ۸٦ درصد از مزارع در وضعیت مطلوب بود.

جدول ۱- برخی خصوصیات شیمیایی خاک در مزارع مورد مطالعه

پارامترهای مورد بررسی	pH	EC	آهک معادل	کربن آلی	نیتروژن کل	فسفر	پتاسیم	آهن	منگنز	روی	مس
			درصد			میلی گرم در کیلوگرم خاک					
بیشترین مقدار	۸/۲	۱٤	۲۳	۱/۷	۰/۱۱	٦۸/٤	۹۸٦	۵/۱	۱۵/٤	۳	۱/۳٤
کمترین مقدار	۷/۵	۰/٤۳	۱۰/۹	۰/۱۱	۰/۰۱۱	٤/٤	۱۱۳	۰/۳	۱/۲٤	۰/۲۸	۰/۲٦
حدکمبود*	۵/۷-۵	٤>	۱۵>	۲	۰/۲	۱۵	۲۰۰	۵	٦	۱	۰/۲
حد بیشبود						۲۵	۲۵۰	۲۵	۳۰	٦	۲
درصد فراوانی کمبود	۰	٦۰		۱۰۰	۱۰۰	۵٤/۲	۱۸/٦	۹۸	۵۷/٦	٦٤/٤	۰
درصد فراوانی بیشبود	۱۰۰	٤۰		۰	۰	۲۵/٤	۵۵/۹	۰	۰	۰	۰

*: در مورد پارامترهای EC، pH ،آهک، کربن آلی و نیتروژن کل، مقادیر ارائه شده بیانگرحدود مطلوب هستند.

جدول ۲- غلظت برخی عناصر غذایی برگ در مزارع مورد مطالعه

پارامترهای مورد بررسی	نیتروژن کل	فسفر	پتاسیم	آهن	منگنز	روی	مس
	درصد			میلی گرم در کیلوگرم			
بیشترین مقدار	۵/۸	۰/٦۵	۵/۸	۷۹۸	۲٤۹	۱۰۵	۲٤
کمترین مقدار	۳/٦	۰/۲۱	۲/۳	۹۳	٦۳	۱۲	۵
حدکمبود	٤/۵	۰/۲۸	۲	٤۹	۷۰	٤۰	۱۰
حد بیشبود	٦	۰/۵	٦	۱۰۰	۱۰۰	۷۰	۲۰
درصد فراوانی کمبود	۳۳/۹	۱٦/۹	۱۰۰	۰	۰	۸۹/۸	۱/۷
درصد فراوانی بیشبود	۰	۱/۷	۰	۹۵	۰	۰	۱۱/۹

در٦۰ مزرعه مورد بررسی دامنه عملکرد۲۰ تا ٦۰/۵ تن در هکتارو شاخص میانه عملکرد٤۰ تن در هکتار بود، بنابراینمزارع در دو گروه با عملکردمتوسط (عملکرد ۲۰ تا٤۰ تن در هکتار) و خوب (عملکرد ٤۰ تا ٦۰ تن در هکتار) گروه بندی شدند.همان طور که قبلا اشاره شد یکی از عوامل تأثیرگذار بر عملکرد محصول،وضعیت حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه است. برای پی بردن به بخشی از دلایل اختلاف عملکرد مزارع متوسط با خوب، این دو گروه با استفاده از آمار توصیفی و استنباطی با یکدیگر مقایسه شدند (جدول ۳). مقایسه دو جامعه خوب و متوسط با استفاده از آزمون t، تفاوت آماری دو جامعه را از لحاظ عملکرد محصول، شوری خاک، آهن، منگنز و روی معنی‌دار تشخیص داد.

بر اساس آنچه در جدول ۳ آمده است، شاخص میانه برای عملکرد غده در گروه خوب ٤۵ و در گروه متوسط ۳۰ تن در هکتار می باشد.دامنه عملکرد در گروه خوب ٤۰ تا ٦۰/۵ و در گروه متوسط۲۰ تا ۳۸ تن در هکتار اندازه‌گیری شده است.

مقایسه پارامترهای خاکی در دو جامعه نشان می‌دهد که شاخص میانه برای شوری خاک در جامعه خوب ۲ دسی زیمنس بر متر و برای جامعه متوسط ۵ دسی زیمنس بر متر می‌باشد. در واقع جامعه متوسط از لحاظ شوری خاک در وضعیت نامطلوبی نسبت به جامعه خوب قرار دارد چراکه در ۵۰درصد از مزارع این جامعه شوری خاک بیش از ۵ دسی زیمنس بر متر است و همچنین ۵۵ درصد از مزارع این گروه شوری خاک بیشاز ٤ دسی زیمنس بر متر دارند که جزو خاک‌های شور محسوب می‌شوند. اما در جامعه خوب اولا ۵۰ درصد از مزارع شوری خاک کمتر از ۲ دسی زیمنس بر متر دارند ثانیا ۷۵ درصد آن‌ها با توجه به شوری کمتر از ٤ دسی زیمنس جزو خاک‌های غیر شور می‌باشند. از لحاظ کربن آلی و ازت کل در خاک، هر دو گروه میانه‌ها و دامنه مشابه هم دارند و در هر دو گروه ۱۰۰ درصد مزارع از لحاظ این دو عنصر دچار کمبود هستند.

جدول ۳- مقایسه وضعیت خصوصیات شیمیایی خاک در دو جامعه خوب و متوسط

پارامترهای مورد بررسی	گروه‌بندی عملکرد	عملکرد تن در هکتار	EC dS.m^{-1}	کربن آلی	نیتروژن کل	فسفر	پتاسیم	آهن	منگنز	روی	مس
				درصد		میلی گرم در کیلوگرم خاک					
میانه	خوب	٤٥	٢/٠٥	٠/٦٥	٠/٠٧	١٥/٢	٢٥٧	٠/٨	٤/٣	٠/٨	٠/٦
	متوسط	٣٠	٥/٠٨	٠/٧٣	٠/٠٧	١٣/٦	٢١٣	٠/٥	٤/٥	٠/٧	٠/٦
درصد فراوانی کمبود*	گروه خوب		٧٥	١٠٠	١٠٠	٤٠	١٩	١٠٠	٧٠	٤٨	٠
	گروه متوسط		٢٥	١٠٠	١٠٠	٥٩	٤٥	١٠٠	٣٨	٦٦	٠
درصد فراوانی بیشبود*	در گروه خوب		٤٥	٠	٠	٢٥	٤٥	٠	٠	٠	٠
	در گروه متوسط		٥٥	٠	٠	٢٤	٥٢	٠	٠	٠	٠

* در مورد EC، مقادیر کمتر از ٤ دسی زیمنس بر متر مطلوب و بیشتر از ٤ دسی زیمنس بر متر نامطلوب است.

از لحاظ فسفر و پتاسیم قابل استفاده گیاه،شاخص میانه در جامعه خوب به ترتیب ۱۵/۲ و ۲۵۷ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک و در جامعه متوسط به ترتیب ۱۳/٦ و ۲۱۳ میلی‌گرم در کیلوگرم بود.از لحاظ مقادیر عناصر فسفر و پتاسیم، جامعه متوسط شرایط نامطلوب‌تری نسبت به جامعه خوب داشت. از لحاظ فسفر قابل استفاده گیاه، ۸۵ درصد از مزارع در جامعه متوسط، دچار کمبود یا بیش‌بود فسفر قابل استفاده گیاه بودند و تنها ۱۵ درصد آن‌ها در دامنه مطلوب قرار داشتند؛ در حالی که در جامعه خوب، مقدار فسفر قابل استفاده گیاه در ۳۵ درصد از مزارع در دامنه مطلوب بود.از لحاظ پتاسیم قابل استفاده گیاه، تنها ۳ درصد از مزارع متوسط،در دامنه مطلوب قرار داشتند و ۹۷ درصد دیگر دچار کمبود یا بیش بود پتاسیم در خاک بودند؛ در حالی که در جامعه خوب، ۳٦ درصد از مزارع در دامنه مطلوب قرار داشتند و ٦٤ درصد دچار کمبود یا بیشبود پتاسیم در خاک بودند. مقادیر شاخص میانه برای عناصر غذایی آهن، منگنز، روی و مس قابل استفاده گیاه در خاک در جامعه خوب به ترتیب ۰/۸، ٤/۳، ۰/۸، ۰/٦ و در جامعه متوسط ۰/۵، ٦/۵، ۰/۷و ۰/٦ می‌باشد.

نتایج آزمون t برای مقایسه آماری دو جامعه خوب و متوسط از لحاظ وضعیت غلظت عناصر غذایی در گیاه و نسبت عناصر غذایی به یکدیگر، نشان داد که دو جامعه از لحاظ غلظت آهن، روی و مس برگ با هم تفاوت معنی‌داری دارند (جدول ٤). همچنین نسبت نیتروژن به روی، فسفر به روی، پتاسیم به روی، آهن به روی، منگنز به روی، و روی به مس برگ در این دو جامعه بطور معنی‌داری با هم متفاوت است.

جدول ٤- مقایسه وضعیت عناصر غذایی در برگ در دو جامعه خوب و متوسط

مقایسه میانگین	آهن (Fe)	روی(Zn)	مس(Cu)	N/Zn	P/Zn	K/Zn	Fe/Zn	Mn/Zn	Zn/Cu
گروه خوب	٢٢٦	٣٥	١٢/٩	١٥٦٤	١٠٦	١٣٤١	٧/٨	٣/٩	٣
گروه متوسط	٣٠٨	٢٥	١٥/٨	٢٠٤٩	١٥١	١٧٣٦	١٣	٥/٦	١/٧
سطح معنی داری t	*	*	*	**	**	*	**	**	**

*اختلاف دو جامعهدر سطح احتمال ۵ درصد معنی دار است **اختلاف دو جامعهدر سطح احتمال ۱ درصد معنی دار است

میانگین مصرف کودهای نیتروژنه، فسفره و پتاسه در دو جامعه خوب و متوسط و مقایسه آن با میانگین کود توصیه شده بر اساس آزمایش خاک در جدول ۵ ارائه شده است. با توجه به میانگین مقدار نیتروژن، فسفر و پتاسیم قابل استفاده گیاه در جامعه خوب و متوسط، مقادیر توصیه کودهای اوره، سوپرفسفات تریپل و سولفات پتاسیم برای جامعه خوب به ترتیب ۳۸۰، ۷۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار و برای جامعه متوسط به ترتیب ۳۸۰، ۱۳۰ و ۱٤۰ کیلوگرم در هکتار برآورد گردید. اما میانگین مصرف این کودها در جامعه خوب به ترتیب ۳٤۰، ۱۵۲ و ۱۵۹ کیلوگرم در هکتار و در جامعه متوسط به ترتیب ۲۷۷، ۱۵۹ و ۷۸ کیلوگرم در

هکتار بود. بر این اساس مقادیر میانگین مصرف کود در هر دو جامعه نسبت به توصیه کودی انحراف داشت. میزان این انحراف در جامعه متوسط زیادتر از جامعه خوب بود.

در جامعه متوسط، میانگین مصرف اوره ۱۰۳ کیلوگرم در هکتار کمتر از مقدار مورد نیاز و توصیه شده بود اما در جامعه خوب، میانگین اوره مصرفی تنها ۳۹ کیلوگرم در هکتار کمتر از توصیه کودی بود. میانگین مصرف کود سولفات پتاسیم در جامعه متوسط ۶۲ کیلوگرم در هکتار کمتر از میانگین توصیه کودی بود اما در جامعه خوب به طور میانگین کشاورزان ۹/۸ کیلوگرم در هکتار بیش از مقدار توصیه شده مصرف کرده بودند. میانگین مصرف فسفر هم در جامعه خوب و هم در جامعه متوسط بیش از مقدار توصیه کودی بود و انحراف از مبنا در جامعه خوب، ۸۲ و در جامعه متوسط ۲۹ کیلوگرم در هکتار بود.

جدول ۵- مقایسه میانگین مصرف کود در دو جامعه خوب و متوسط

پارامترهای مورد بررسی	جامعه خوب			جامعه متوسط		
	نیتروژن (%)	فسفر ($mg\ kg^{-1}$)	پتاسیم ($mg\ kg^{-1}$)	نیتروژن (%)	فسفر ($mg\ kg^{-1}$)	پتاسیم ($mg\ kg^{-1}$)
میانگین مقدار عنصر غذایی در خاک	۰/۰۷	۱۹/۶	۳۱۴	۰/۰۷	۱۶/۷	۳۲۴
	اوره	سوپر فسفات تریپل	سولفات پتاسیم	اوره	سوپر فسفات تریپل	سولفات پتاسیم
میانگین توصیه کودی($mg\ kg^{-1}$)	۳۸۰	۷۰	۱۵۰	۳۸۰	۱۳۰	۱۴۰
میانگین کود مصرفی($mg\ kg^{-1}$)	۳۴۱	۱۵۲	۱۵۹	۲۷۷	۱۵۹	۷۸
انحراف مقدار کوددهی از میزان توصیه کودی($mg\ kg^{-1}$)	-۳۹	+۸۲	+۹/۸	-۱۰۳	+۲۹	-۶۲

مصرف عناصر میکرو کامل در جامعه خوب در ۸۸ درصد مزارع رایج بود اما در جامعه ضیف تنها در ۳۹ درصد مزارع آن هم به صورت تک عنصری (آهن) یا دو عنصری (آهن و روی) انجام می‌شد. کود دامی، هیومیک اسید و کود زیستی در هیچ مزرعه‌ایی از جامعه متوسط، مصرف نشده بود. اما در ۴۶ درصد از مزارع جامعه خوب، حداقل مصرف یکی از آن‌ها انجام می‌شد.

نگاهی به پراکندگی مزارع خوب و متوسط در سه شهرستان مورد مطالعه (جدول ۶) نشان می‌دهد که مزارع خوب بیشتر در شهرستان فریمان و بعد از آن در شهرستان تربت حیدریه متمرکز هستند و بیشتر مزارع متوسط در شهرستان قوچان قرار دارند. اگرچه تفاوت‌های خاکی (جدول۷) و اقلیمی در سه شهرستان مورد مطالعه تا حدودی وجود دارد به طوری که میانه برای فاکتور شوری خاک در فریمان ۱/۸، تربت حیدریه ۳ و قوچان ۵ دسی زیمنس بر متر می‌باشد. اما تفاوت این شهرستان‌ها از لحاظ فاکتورهایی نظیر خرده مالکی و کل مالکی، دانش و آگاهی کشاورز و مکانیزاسیون، نیز بارزتر و محسوس‌تر می‌باشد. به‌طوری که در شهرستان‌های فریمان و تربت حیدریه مزارع کل مالک و یکپارچه بیشتر از شهرستان قوچان می‌باشد. همچنین کشاورزان پیشرو در این دو شهرستان بیشتر از قوچان بوده و در نتیجه سطح دانش کشاورزان سیب‌زمینی‌کار در این دو شهرستان بالاتر می باشد.

جدول ۶- پراکندگی مزارع خوب (۴۰تن درهکتار و بالاتر) و متوسط(۲۰ تا ۴۰ تن در هکتار) در شهرستان‌های مورد مطالعه

شهرستان	تعداد کل مزارع	درصد مزارع متوسط	درصد مزارع خوب
فریمان	۲۲	۱۷/۴	۸۲/۶
تربت حیدریه	۱۵	۳۱/۸	۶۸/۲
قوچان	۲۳	۷۸/۳	۲۱/۷

جدول ۷- میانه برخی از فاکتورهای خاکی در سه شهرستان مورد مطالعه

شهرستان	pH	EC	TNV	OC	N_{Tot}	P_{av}	K_{av}
فریمان	۷/۹	۱/۸	۱۸/۳	۰/۵۷	۰/۰۵۸	۲۳/۰	۲۵۰
تربت حیدریه	۷/۹	۳/۰	۱۷/۰	۰/۷۳	۰/۰٦٦	۱۵/۲	۲۵۰
قوچان	۷/۸	۵/۱	۱٦/۵	۰/۷۳	۰/۰۷٦	۱۲	۳۷۹

مقادیر میانگین مصرف کود در هر دو جامعه نسبت به توصیه کودی، انحراف نشان داد. میزان این انحراف در جامعه متوسط، بیشتر از جامعه خوب بود. در جامعه متوسط، میانگین مصرف کودهای اوره و سولفات پتاسیم کمتر از مقدار توصیه شده و میانگین مصرف کود فسفره، بیش از مقدار توصیه شده بود. اما در جامعه خوب، میانگین مصرف کودهای اوره، فسفره و سولفات پتاسیم بسیار نزدیک به مقدار توصیه شده بود. پخش سطحی کودهای فسفره و پتاسه و اختلاط با توده خاک در هنگام کاشت، در هر دو جامعه غالب بود اما در جامعه خوب، مصرف این کودها به روش کود آبیاری و نیز مصرف تکمیلی آن‌ها نیز ملاحظه می‌شد. مصرف کودهای دامی، اسید هیومیک و کودهای کامل میکرو به ندرت در جامعه متوسط انجام می‌شد اما در جامعه خوب، مصرف این کودها غالب بود. در بسیاری از مزارع جامعه خوب، مصرف کود اوره در هنگام کاشت، حذف شده بود اما در جامعه متوسط یک سوم کل اوره مصرفی، به هنگام کاشت مصرف می‌شد که علاوه بر عدم انطباق زمانی با نیاز گیاه، بیشتر آن با آبیاری‌های سنگین اول و دوم از دسترس ریشه خارج می شد.

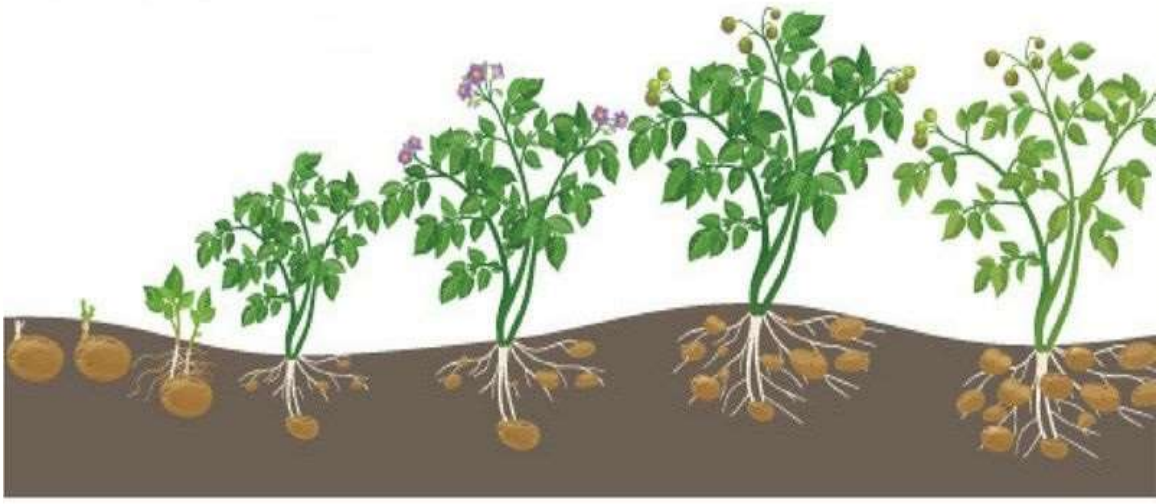
توصیه ترویجی

با در نظر گرفتن موارد فوق به نظر می‌رسد برای داشتن عملکردهای ٤٠ تا ٦٠ تن در هکتار در شرایط مشابه مزارع متوسط مورد بررسی در این تحقیق اولا بایستی خاک‌های با شوری کمتر از ٤ دسی زیمنس بر متر انتخاب شوند. ثانیا مصرف کودهای نیتروژنی و پتاسه تا سطح توصیه بر مبنای آزمون خاک افزایش یابد. علاوه بر آن محلول‌پاشی یک تا ۲ بار کودهای کامل میکرو به مقدار ۱تا ۱/۵کیلوگرم در هکتارو مصرف اسید هیومیک به میزان ۳ تا ٦ لیتر در هکتار به همراه کودهای فسفر بالا نظیر ۱۰-۵۲-۱۰ به مقدار۵ تا ۷ کیلوگرم در هکتار ، کودهای زیستی و کودهای دامی(۲۵ تا ۳۰ تن در هکتار) در برنامه مدیریت تغذیه و حاصلخیزی خاک مزرعه قرار گیرد.

در صورت مصرف کودهای فسفره به صورت پخش سطحی به جای مصرف نواری، کارایی مصرف کودهای فسفره کاهش می‌یابد. علاوه بر آن سبب تاثیر بیشتر واکنش‌های شیمیایی (ناشی از pH قلیایی و آهکی بودن خاک) در تبدیل فسفر به شکل غیر قابل استفاده برای گیاه شده و با وجود مصرف زیاد کود فسفره، افزایش چندانی در فسفر قابل استفاده خاک رخ نمی‌دهد. مصرف کودهای پتاسه به صورت پخش و اختلاط آن با توده خاک در هنگام کاشت نیز از کارایی مصرف کود پتاسه می‌کاهد. چراکه در این حالت اولا بخش زیادی از کود مصرفی در فواصل مکانی دور از ریشه قرار گرفته و ثانیا محبوس شدن پتاسیم در ساختمان رس‌های خاص به مقدار بیشتری رخ می‌دهد لذا دسترسی ریشه به پتاسیم مصرفی کاهش می‌یابد. بنابراین ضروری است در مورد مصرف کودهای فسفر وپتاسیم، مصرف بخش عمده کود در هنگام کاشت و به صورت نواری زیر و کنار بذر انجام شود ودر دوره داشت از مصرف تکمیلی کودهای فسفر بالا و پتاس بالا به صورت کود آبیاری بهره‌مند شد.

برای نیل به عملکردهای بالاتر از ٦٠ تن در هکتار در جوامع خوب، کم کردن انحراف از توصیه کودی و استفاده از روش‌های نوین تغذیه گیاه پیشنهاد می‌شود. در این روش‌ها علاوه بر توجه ویژه به مقدار، روش و زمان مصرف کودهای ماکرو و میکرو و کودهای دامی پوسیده، بهره‌گیری از کود آبیاری اسید هیومیک و محلول‌پاشی اسیدهای آمینه و محرک‌های رشد نظیر عصاره جلبک دریایی قبل از گلدهی و مصرف تکمیلی سولوپتاس با آب

آبیاری در مرحله بعد از سبز شدن تا پایان حجیم شدن غده و مصرف تکمیلی کودهای فسفر بالا در مرحله تشکیل غده توصیه می شود(شکل ۲). ضمنا با توجه به بالا بودن pH خاک در مزارع تحت کشت استان و تاثیر آن بر قابلیت جذب بسیاری از عناصر غذایی، توجه ویژه به مصرف گوگرد در حد ۱۵۰ تا ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار به فرم گوگرد بنتونیتی و یا ۵ تا ۱۲ لیتر در هکتار گوگرد مایع در ۲ تا ۳ تقسیط توصیه می‌شود.



P, Zn, Humic acid	N, P, K, S, Micro elements	N, P, K, Mg,Mn,B	P, K, Algea extract	K

شکل ۲- اهمیت تامین عناصر غذایی در مراحل رشد سیب زمینی(۳)

مراجع

۱- احمدی، ک. عبادزاده، ح.، حاتمی، ف.، عبدشاه، ه. و کاظمیان، آ. ۱۳۹۹. آمارنامه کشاورزی سال ۹۸-۹۷. جلد اول محصولات زراعی. وزارت جهاد کشاورزی، معاونت برنامه ریزی و اقتصادی، مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات.

۲- امامی، ع .۱۳۷۵. روش‌های تجزیه گیاه. نشریه فنی شماره ۹۸۲. مؤسسه تحقیقات خاک و آب. تهران، ایران. ۱۲۸ صفحه.

۳- بصیرت، م.، و مطلبی‌فرد، ر .۱۳۹۵. راهنمای تغذیه گیاهی درسیب زمینی. نشریه فنی شماره ٥٤٥. مؤسسه تحقیقات خاک وآب. کرج، ایران.

٤- بی‌نام .۱۳۹۹ . سالنامه آماری بخش کشاورزی استان خراسان رضوی، سازمان جهادکشاورزی استان خراسان رضوی، مشهد، ایران.

٥- ملکوتی، م. ج.، کریمیان ن. ج. وکشاورز، پ. ۱۳۸٤. روش جامع تشخیص و مصرف بهینه کودهای شیمیایی. چاپ ششم. دانشگاه تربیت مدرس.

٦- ملکوتی،م .ج.، وغیبی، م .ن .۱۳۷۷ . تعیین حد بحرانی عناصرغذایی محصولات استراتژیک وتوصیه صحیح کودی درکشور. نشرآموزش کشاورزی .کرج. ایران. ٦٤ صفحه.

7- FAO. 2017. FAOSTAT. Food and AgricultureOrganization of the United Nations. Available in: http://faostat. Fao. Org/countryprofiles.